

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 5/30

G02F 1/1335

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02141006.2

[43] 公开日 2002 年 12 月 25 日

[11] 公开号 CN 1387056A

[22] 申请日 2002.4.4 [21] 申请号 02141006.2

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

[30] 优先权

代理人 栾本生 叶恺东

[32] 2001.4.4 [33] JP [31] 106226/01

[71] 申请人 大日本印刷株式会社

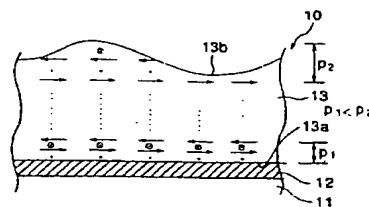
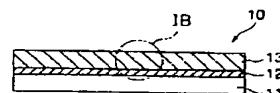
地址 日本东京都

[72] 发明人 鹿岛启二

[54] 发明名称 分离圆偏振光的光学元件的制造方法、分离圆偏振光的光学元件以及具有该元件的偏振光光源装置以及液晶显示装置

[57] 摘要

提供了分离圆偏振光的光学元件的制造方法，能有效抑制在显示装置的面内显现出明暗图案而引起的显示装置的显示品质低下。分离圆偏振光的光学元件 10，具有玻璃衬底 11，在玻璃衬底 11 上层叠的定向薄膜 12、以及利用定向薄膜 12 表面的定向约束力而被平面定向的胆甾醇型层 13。胆甾醇型层 13 具有位于玻璃衬底 11 一侧的第 1 表面 13a，以及面对该第 1 表面 13a 的第 2 表面 13b，通过定向薄膜 12 表面的定向约束力，使胆甾醇型层 13 中的第 1 表面 13a 的分子的导向偶极子方向，在第 1 表面 13a 内，是实际上一致的。胆甾醇型层 13 的手性间距是这样变化的：与第 1 表面 13a 一侧的手性间距 P₁ 相比，还是第 2 表面 13b 一侧的手性间距 P₂ 长。



1.一种分离圆偏振光的光学元件的制造方法，其特征在于，包括：

在支承基体材料上涂敷聚合材料，通过所述支承基体材料表面实质上同一方

5 向的定向约束力，使所述聚合材料定向的工序；

形成胆甾醇型层的工序：在使所述定向的所述聚合材料3维交联的同时，使利用该聚合材料形成的胆甾醇型结构的手性间距，根据所述支承基体材料的厚度方向而变化，形成胆甾醇型层，与该胆甾醇型层的位于所述支承基体材料一侧的第1表面一侧的手性间距相比，还是相对于所述第1表面的第2表面一侧的手性

10 间距长；

2.一种分离圆偏振光的光学元件的制造方法，其特征在于，包含：

在支承基体材料上涂敷聚合材料，通过所述支承基体材料表面实质上同一方向的定向约束力，使所述聚合材料定向的工序；

使定向后的所述聚合材料3维交联，形成具有指定手性间距的第1胆甾醇型

15 涂层的工序；

在所述第1胆甾醇型涂层上，直接涂敷层叠用的聚合材料，并通过所述第1胆甾醇型涂层表面的定向约束力，使所述层叠用的聚合材料定向的工序；

形成第2胆甾醇型涂层的工序：对所述层叠用的聚合材料进行3维交联，在所述第1胆甾醇型涂层上，形成第2胆甾醇型涂层，该第2胆甾醇型涂层具有比

20 所述第1胆甾醇型涂层的手性间距还要长的手性间距。

3.一种分离圆偏振光的光学元件的制造方法，其特征在于，包括：

在支承基体材料上涂敷液晶聚合物，通过所述支承基体材料表面的实际上同一方向的定向约束力而使所述液晶聚合物定向的工序；

在定向的所述液晶聚合物冷却为玻璃状态的同时，使利用该液晶聚合物形成的胆甾醇型结构的手性间距根据所述支承基体材料的厚度方向而变化，形成面对所述第1表面的第2表面侧的手性间距要比位于所述支承基体材料一侧上的第1表面侧的手性间距还要长的胆甾醇型层的工序。

4.一种分离圆偏振光的光学元件的制造方法，其特征在于，包括：

在支承基体材料上涂敷液晶聚合物，通过所述支承基体材料表面的实际上同

30 一方向的定向约束力而使所述液晶聚合物定向的工序；

将定向的所述液晶聚合物冷却为玻璃状态，形成具有指定的手性间距的第1胆甾醇型涂层的工序；

在所述第1胆甾醇型涂层上直接涂敷层叠用液晶聚合物，利用所述第1胆甾醇型涂层表面的定向约束力而使所述层叠用液晶聚合物定向的工序；

5 将所述层叠用液晶聚合物冷却为玻璃状态，在所述第1胆甾醇型涂层上，形成具有手性间距比所述第1胆甾醇型涂层的手性间距还要长的第2胆甾醇型涂层的工序。

5.一种分离圆偏振光的光学元件，其特征在于：

具有利用所述支撑基体材料表面的定向约束力而被定向的胆甾醇型层；

10 所述胆甾醇型层具有第1表面，以及与该第1表面相对的第2表面，所述胆甾醇型层中的所述第1表面上的分子的导向偶极子(director)方向，通过所述支撑基体材料表面的定向约束力而在所述第1表面内实际上是一致的，所述胆甾醇型层中的所述第2表面一侧的手性间距，要比所述第1表面一侧的手性间距长。

6.依据权利要求5所述的分离圆偏振光的光学元件，其特征在于：

15 所述胆甾醇型层的手性间距，是从所述第1表面一侧开始向所述第2表面一侧慢慢变化的。

7.依据权利要求5所述的分离圆偏振光的光学元件，其特征在于：

所述胆甾醇型层是由若干胆甾醇型层涂层的层叠体构成的。

8.依据权利要求5所述的分离圆偏振光的光学元件，其特征在于：

20 所述胆甾醇型层使入射光中所含的右旋或左旋的圆偏振光分量中的选择反射波长频带内的一种圆偏振光分量部分地透射。

9.依据权利要求5所述的分离圆偏振光的光学元件，其特征在于：

所述胆甾醇型层中的所述第2表面一侧的手性间距，被选定为使所述第2表面一侧上的选择反射波长大于687nm。

25 10.一种偏振光光源装置，其特征在于，具有：

权利要求5所述的分离圆偏振光的光学元件；

光导体，用于使从侧面入射的光从上面和下面的一个中射出，投射到所述分离圆偏振光的光学元件上；以及

向所述光导体的所述侧面射出光的光源。

30 11.一种液晶显示装置，其特征在于，具有：

如权利要求 10 所述的偏振光光源装置；以及
液晶单元，用于接收从所述偏振光光源装置射出的偏振光，一边使对于所述
偏振光的透射系数发生变化，一边使所述偏振光透射。

5

分离圆偏振光的光学元件的制造方法、分离圆
偏振光的光学元件以及具有该元件的
偏振光光源装置以及液晶显示装置

技术领域

本发明涉及液晶显示装置等等在显示装置上使用的分离圆偏振光的光学元件、特别是，涉及具有胆甾醇型结构层（以下称为“胆甾醇型层”）的分离圆偏振光的光学元件的制造方法、分离圆偏振光的光学元件、具有这种元件的偏振光光源装置以及液晶显示装置。

技术背景

以往，作为分离入射光中所包含的右旋或左旋圆偏振光分量，并使各圆偏振光分量有选择地反射或透射的光学元件，我们知道具有胆甾醇型液晶层的一种分离圆偏振光的光学元件。在这种分离圆偏振光的光学元件中，为了提高通过分离圆偏振光的光学元件而被分离的、指定旋光方向的圆偏振光分量（右旋的圆偏振光分量或左旋的圆偏振光分量）的利用效率，最好是使通过分离圆偏振光的光学元件而被分离的圆偏振光分量宽带化。为此，已有技术中，建议了一种将若干具有不同手性间距的胆甾醇型液晶层层叠构成的分离圆偏振光的光学元件(特开平15 8-271731 号公报以及特开平 11-264907 号公报)。还建议了具有这种分离圆偏振光的光学元件的偏振光光源装置以及液晶显示装置(特开平 9-304770)。

可是，在液晶显示装置等显示装置中使用上述分离圆偏振光的光学元件的情况下，面内的偏振状态均匀是重要的。这里，如图 8 所示，在液晶显示装置等中，分离圆偏振光的光学元件 10，是在被深深地夹在正交尼科耳棱镜的状态(偏振片的透射轴互相正交的状态)下所配置的线性偏振片和椭圆偏振片等偏振片 31、32 之间的状态中被使用的，显示装置的显示状态，根据深深夹在偏振片 31、32 之间的液晶单元(图中未示)的状态而变化。因此，对液晶单元(图中未示)进行设计，使得在使偏振光完全透射的状态中，利用偏振片 31、32，使入射光被全部阻断，从而没有传向外部的泄露光。

但是，在实际的显示装置中，由于分离圆偏振光的光学元件 10 的面内的偏振

状态并不均匀，因此，即使在希望利用偏振片 31、32，使入射光被完全阻断的情况下，也会在显示装置的面内显示出明暗图案，从而判断出显示装置的显示品质明显较低。

发明概述

5 本发明人，利用实验以及计算机模拟，对这种现象的原因进行深刻研究的结果，查明其主要原因在于分离圆偏振光的光学元件表面内分子的导向偶极子(director)方向。

本发明是基于对上述问题的认识而作出的，即便是在分离圆偏振光的光学元件被深深地夹在正交尼科耳棱镜的状态中所配置一对偏振片之间的情况下，也能有效地抑制显示装置的面中显示出明暗图案而引起的显示装置的显示品质低下，
10 本发明的目的是提供分离圆偏振光的光学元件的制造方法、分离圆偏振光的光学元件、具有该元件的偏振光光源装置以及液晶显示装置。

本发明提供了分离圆偏振光的光学元件的制造方法，作为第 1 解决方案，其特征在于包含：在支承基体材料上涂敷聚合材料，通过所述支承基体材料表面上
15 实际上同一方向的定向约束力而使所述聚合材料定向的工序；以及在对被定向的所述聚合材料的 3 维交联的同时，使利用该聚合材料形成的胆甾醇型结构的手性间距根据所述支承基体材料的厚度方向变化，形成面对所述第 1 表面的第 2 表面侧的手性间距要比位于所述支承基体材料一侧上的第 1 表面侧的手性间距还要长的胆甾醇型层的工序。

20 本发明提供了分离圆偏振光的光学元件的制造方法，作为第 2 解决方案，其特征在于包含：在支承基体材料上涂敷聚合材料，通过所述支承基体材料表面上
25 实际上同一方向的定向约束力而使所述聚合材料定向的工序；对定向的所述聚合材料进行 3 维交联，形成具有指定的手性间距的第 1 胆甾醇型涂层的工序；在所述第 1 胆甾醇型涂层上直接涂敷层叠用聚合材料，利用所述第 1 胆甾醇型涂层表
面的定向约束力而使所述层叠用聚合材料定向的工序；对所述层叠用聚合材料进
行 3 维交联，在所述第 1 胆甾醇型涂层上，形成具有比所述第 1 胆甾醇型涂层的手性间距还要长的第 2 胆甾醇型涂层的工序。

30 本发明提供了分离圆偏振光的光学元件的制造方法，作为第 3 解决方案，其特征在于包含：在支承基体材料上涂敷液晶聚合物，通过所述支承基体材料表面上
实际上同一方向的定向约束力而使所述液晶聚合物定向的工序；在定向的所述

液晶聚合物冷却为玻璃状态的同时，使利用该液晶聚合物形成的胆甾醇型结构的手性间距根据所述支承基体材料的厚度方向而变化，形成面对所述第1表面的第2表面侧的手性间距要比位于所述支承基体材料一侧上的第1表面侧的手性间距还要长的胆甾醇型层的工序。

5 本发明提供了分离圆偏振光的光学元件的制造方法，作为第4解决方案，其特征在于包含：在支承基体材料上涂敷液晶聚合物，通过所述支承基体材料表面上实际上同一方向的定向约束力而使所述液晶聚合物定向的工序；将定向的所述液晶聚合物冷却为玻璃状态，形成具有指定的手性间距的第1胆甾醇型涂层的工序；在所述第1胆甾醇型涂层上直接涂敷层叠用液晶聚合物，利用所述第1胆甾
10 醇型涂层表面的定向约束力而使所述层叠用液晶聚合物定向的工序；将所述层叠用液晶聚合物冷却为玻璃状态，在所述第1胆甾醇型涂层上，形成具有手性间距比所述第1胆甾醇型涂层的手性间距还要长的第2胆甾醇型涂层的工序。

本发明提供了分离圆偏振光的光学元件，作为第5解决方案，其特征在于：具有利用所述支承基体材料表面的定向约束力而被定向的胆甾醇型层；所述胆甾
15 醇型层具有第1表面，以及与该第1表面相对的第2表面，所述胆甾醇型层中的所述第1表面上的分子的导向偶极子(director)方向，通过所述支承基体材料表面的定向约束力而在所述第1表面内实际上是一致的，所述胆甾醇型层中的所述第2表面一侧的手性间距，要比所述第1表面一侧的手性间距长。

对于上述第5解决方案，所述胆甾醇型层的手性间距，最好是从所述第1表面一侧向所述第2表面一侧慢慢变化。所述胆甾醇型层，最好由若干胆甾醇型涂层的层叠体构成。再有，所述胆甾醇型层，最好能部分地透射入射光内所含的右旋或左旋的圆偏振光分量中的选择反射波段范围内的一种圆偏振光分量。所述胆甾醇型层中的所述第2表面一侧的手性间距，最好能选择为使所述第2表面一侧上的选择反射波长大于687nm。

25 本发明提供了偏振光光源装置，作为第6种解决方案，其特征在于具有：上述第5解决方案所涉及的分离圆偏振光的光学元件；光导体，使从侧面入射的光从上面和下面中的一侧射出，并投射到所述分离圆偏振光的光学元件上；光源，用于朝向所述光导体的所述侧面射出光。

本发明提供了液晶显示装置，作为第7解决方案，其特征在于具有：上述第6
30 解决方案所涉及的偏振光光源装置；液晶单元，用于接收从所述偏振光光源装置

射出的偏振光，一边改变了对所述偏振光的透射系数，一边使所述偏振光透射。

依据本发明，对于胆甾醇型层来说，由于与分子的导向偶极子方向实际上一致的第1表面一侧的手性间距相比，还是射出偏振光的第2表面一侧的手性间距长，所以，胆甾醇型层第2表面一侧上的扭绞角的不均变小，分离圆偏振光的光学元件的面内的偏振光状态均匀。为此，对于液晶显示装置等显示装置而言，即便是分离圆偏振光的光学元件深深地夹在正交尼科耳棱镜的状态中所配置的线性偏振片和椭圆偏振片之间的情况下，也能有效抑制显示装置面内出现的明暗图案而引起的显示装置的显示品质低下。

附图简述

10 图1A及图1B是用于说明依据本发明的分离圆偏振光的光学元件的第1实施例的概要剖面图。

图2是用于说明依据本发明的分离圆偏振光的光学元件的第1实施例的概要剖面图。

15 图3是显示与图2所示的分离圆偏振光的光学元件相邻的涂层的表面间的状态的概要剖面图。

图4是用于说明图2所示的分离圆偏振光的光学元件的制造方法的第1例的概要剖面图。

图5是用于说明图2所示的分离圆偏振光的光学元件的制造方法的第2例的概要剖面图。

20 图6是显示了具有依据本发明的分离圆偏振光的光学元件的偏振光光源装置的一个例子的概要剖面图。

图7是显示了具有依据本发明的分离圆偏振光的光学元件的液晶显示装置的一个例子的概要剖面图。

图8是用于说明分离圆偏振光的光学元件的使用方式的图。

最佳实施例的详细描述

以下，将参照附图，说明本发明的实施例。

第1实施例

首先，通过图1A和图1B，对与本发明第1实施例有关的分离圆偏振光的光学元件进行说明。

30 图1A是显示了与本发明第1实施例有关的分离圆偏振光的光学元件的图。图

1B 是将图 1A 的 1B 部分放大后的模式图。如图 1A 和图 1B 所示，与本发明第 1 实施例有关的分离圆偏振光的光学元件 10，具有玻璃衬底 11、层叠在玻璃衬底 11 上的定向薄膜 12、以及，具有通过定向薄膜 12 表面的定向约束力而被二维定向的具有胆甾醇型结构的层(胆甾醇型层)13。利用玻璃衬底 11 和定向薄膜 12，构成 5 支承基体材料。

这里，胆甾醇型层 13，采用分子的导向偶极子方向在胆甾醇型层 13 的厚度方向上连续旋转形成的螺旋结构(胆甾醇型结构)，作为物理分子排列，具有以这种物理分子排列为基础，将单向圆偏振光分量(旋光分量)和与其逆旋转的圆偏振光分量分离开的旋光选择特性。就这种胆甾醇型层 13 而言，入射到胆甾醇型结构的螺旋 10 轴的入射光，被分为右旋的圆偏振光分量(右旋光)以及左旋的圆偏振光分量(左旋光)，一种圆偏振光分量被透射，另一种圆偏振光分量被反射。这种现象，作为圆偏振光二色性，是被广泛了解的，通过相对于入射光而适当选择圆偏振光的旋光方向，可以使具有与胆甾醇型层 13 的胆甾醇型结构的螺旋轴的方向一致的旋光方向的圆偏振光分量被选择性地反射。

15 利用下式(1)的波长 λ_0 ，产生了这种情况中的反射光的最大旋光光散射。

$$\lambda_0 = n_{av} \cdot P \quad \dots \dots \quad (1)$$

这里，P 是手性间距(螺旋间距)， n_{av} 是与螺旋轴正交的平面内的平均折射系数。

此时的反射光的波长带宽 $\Delta\lambda$ 在下式(2)中予以表示。

$$20 \Delta\lambda = \Delta n \cdot P \quad \dots \dots \quad (2)$$

这里， Δn 是双折射系数，P 是手性间距。

即，对于胆甾醇型层 13 而言，它反射以波长 λ_0 作为中心的波长带宽 $\Delta\lambda$ 的范围的右旋或左旋圆偏振光分量中的一种，而使另一种圆偏振光分量以及其它波段的光透射。反射时，右旋或左旋的圆偏振光分量，与通常的反射不同，旋光方向 25 不发生反转，而是被原样反射。

胆甾醇型层 13，具有位于玻璃衬底 11 一侧上的第 1 表面 13a，以及面向该第 1 表面 13a 的第 2 表面 13b，如图 1B 所示，胆甾醇型层 13 中的第 1 表面 13a 中的分子的导向偶极子方向，通过定向薄膜 12 表面的定向约束力，在第 1 表面 13a 内变为实际上一致。对于图 1B，箭头方向表示分子的导向偶极子方向。作为分子的 30 导向偶极子方向一致的情况，除包含分子的导向偶极子方向完全一致的情况之

外，还包括分子导向偶极子方向相差 180 度的情况。这是由于在大多数情况下，不能在光学上区分分子的头部和尾部而造成的。对于分子的导向偶极子方向是否实际上一致，通过使用透射型电子显微镜来观察胆甾醇型层 13 的剖面，就能进行判断。在利用透射型电子显微镜对胆甾醇型层 13 的剖面进行观察后，就能观察到 5 与胆甾醇型结构特有的间距相当的明暗图案。因此，如果看到表面部分的密度(明暗)大致相同，则就能判断面内的分子导向偶极子方向实际上是一致的。

如图 1B 所示，胆甾醇型层 13 的手性间距是如此变化的，即与第 1 表面 13a 一侧的手性间距 P_1 相比，还是第 2 表面 13b 一侧的手性间距 P_2 长。由此，能使胆甾醇型层 13 的选择反射波长带宽宽带化。由于与分子导向偶极子方向实际上一致的第 1 表面 13a 一侧的手性间距 P_1 相比，还是射出偏振光的第 2 表面 13b 一侧的手性间距 P_2 长，所以，即便是在借助于面内的薄膜厚度分布为 $\pm 3\%$ 的涂敷装置，而形成胆甾醇型层 13 的情况下，也会由于胆甾醇型层 13 的第 2 表面 13b 的凹凸，而能使胆甾醇型层 13 的第 2 表面 13b 一侧的扭绞角的不均(分子导向偶极子方向不相同)减小。在胆甾醇型层 13 中的第 1 表面 13a 一侧和第 2 表面 13b 一侧之间的中间部分，由所谓的不保持光学不连续面的观点来看，胆甾醇型层 13 的手性间距，最好是从第 1 表面 13a 一侧开始，向第 2 表面 13b 一侧慢慢变化。 10 15

再有，胆甾醇型层 13，其厚度非常厚，除使入射光内含有的右旋或左旋的圆偏振光分量中的一种圆偏振光分量全部反射(在最大反射系数为 100%时)之外，例如象特开平 2000-193962 号公告中所提的显示装置的偏振光反射层那样，最好是 20 其厚度比以最大反射系数反射所必需的厚度还要薄，从而使入射光内所含的右旋或左旋的圆偏振光分量中的一种圆偏振光分量被部分反射(例如在不足 95%的最大反射系数下)。在后一种情况下，显著地显出了本发明的作用效果。这就是由于：在胆甾醇型层 13 的选择反射波长带宽中，不仅是针对一种圆偏振光分量逆旋转的圆偏振光分量，一种圆偏振光分量自身也依赖于厚度而进行透射(厚度变薄就透 25 射)，针对那一种圆偏振光分量，也能显现出效果。

再有，最好选择胆甾醇型层 13 的第 2 表面 13b 一侧的手性间距 P_2 ，使第 2 表面 13b 一侧上的选择反射波长非常长。在这种情况下，显著地显示出本发明的作用效果。如上所述，这就是由于：在利用面内的薄膜厚度分布为 $\pm 3\%$ 的涂敷装置，形成了胆甾醇型层 13 的情况下，在相同的薄膜厚度分布下，胆甾醇型层 13 的手 30 性间距尽可能长(选择反射波长尽可能长)的一种，能使第 2 表面 13b 一侧上的扭绞

角的不均(分子的导向偶极子方向不一致)减小。特别是，在胆甾醇型层 13 的第 2 表面 13b 一侧的选择反射波长大于 687nm 的情况下，当显示装置中使用具有这种胆甾醇型层 13 的分离圆偏振光的光学元件 10 时，与使人眼的光谱视觉响应具有最大值的 555nm 相比，如果低于 1%，则几乎可以忽略不计。如果胆甾醇型层 13
5 的第 2 表面 13b 一侧的选择反射波长大于 720nm，则由于所述比率变为 1/1000，变为可以完全忽略不计的状态，因此是最好的选择。为了能在显示装置内使用分离圆偏振光的光学元件 10 的情况下，能覆盖所有的可视光区，最好能使胆甾醇型层 13 的第 1 表面 13a 一侧的选择反射波长低于 429nm，更好的是低于 409nm。

作为胆甾醇型层 13 的材料，除能够使用聚合性单体分子或聚合性低聚物分子
10 (聚合材料)之外，还可以使用液晶聚合物。

这里，在使用聚合性单体分子作为胆甾醇型层 13 的材料的情况下，还可以使用特开平 7-258638 号公报和特表平 10-508882 号公报中记载的液晶性单体以及キラル化合物的混合物。在使用聚合性低聚物分子的情况下，可以使用具有特开昭 57-165480 号公报中记载的胆甾醇相的环形有机聚硅氧烷化合物。

15 一方面，在使用液晶聚合物作为胆甾醇型层 13 的材料的情况下中，可以使用使呈现液晶的メンケン基导入主链、支链或是主链和支链双方的位置内的高分子、使胆甾醇基导入支链的高分子胆甾醇型液晶、特开平 9-133810 号公报中所记载的液晶性高分子、特开平 11-293252 号公报中所记载的液晶性高分子等。

接着，利用图 1A 和图 1B，来说明由这种结构构成的涉及本发明的第 1 实施
20 例的分离圆偏振光的光学元件 10 的制造方法。

(第 1 例)

首先，说明使用聚合性单体分子或聚合性低聚物分子作为胆甾醇型层 13 的材料的情况下的制造方法。

在这种情况下，首先，在玻璃衬底 11 上形成执行定向处理的定向薄膜 12。

25 接着，在定向薄膜 12 上涂敷聚合性单体分子或聚合性低聚物分子，根据需要进行加热，借助于定向薄膜 12 表面上实际上同一方向的定向约束力，使聚合性单体分子或聚合性低聚物分子定向。此时，所涂敷的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子变为液晶态。这里所谓的加热，是为了使聚合性单体分子或聚合性低聚物分子暂时保持在液晶态的温度带上，根据需要，可以执行几秒-5 分，最好是执行
30 30 秒-90 秒。在使聚合性单体分子或聚合性低聚物分子在规定的温度下表现为液

晶态的情况下，变为向列状态，但是，在这里如果加入任何手性试剂，就会变为手性向列液晶(胆甾醇型液晶)。在这里，最好使输入的手性试剂为几%-10%。通过改换该手性试剂的种类，而改变手性功率(power)，或者通过改变手性试剂的浓度，就能控制由于聚合性单体分子或聚合性低聚物分子的胆甾醇型结构而引起的选择

5 反射波长带宽。

因此，在使定向的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子3维交联，从而聚合化的同时，使利用聚合性单体分子或聚合性低聚物分子形成的胆甾醇型结构的手性间距，根据玻璃衬底11(定向薄膜12)的厚度方向而变化，形成这样一种胆甾醇型层13：与位于玻璃衬底11(定向薄膜12)一侧的第1表面13a一侧的手性间距P₁

10 相比，还是与第1表面13a相对的第2表面13b一侧的手性间距P₂长。此时，作为对聚合性单体分子或聚合性低聚物分子进行3维交联的方法，除了向这些材料中添加光触媒剂，通过紫外线的照射而使其固化的方法外，还可以使用使电子线直接照射这些材料，从而使其固化的方法。这里，所谓“3维交联”，意味着聚合性单体分子或聚合性低聚物分子彼此3维聚合，成为网状(network)结构的状态。

15 由于成为这种状态，所以能光学固定胆甾醇型液晶的状态，能形成作为光学薄膜的操作容易、在常温下稳定的薄膜状的薄膜。作为在胆甾醇型层13内，改变手性间距的方法，可以使用通过使聚合化的胆甾醇型层13在甲苯溶液等内浸泡，从胆甾醇型层13的第1表面13a一侧拉出更多的手性试剂，从而获取胆甾醇型层13中的成分浓度的梯度等方法。在这种情况之外的情况下，也可以使用特开平6-

20 281814号和特开平10-316755号等内记载的方法。

在这种制造方法的情况下，最好使胆甾醇型层13用的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子在溶剂内溶解，作为涂敷液，在这种情况中，在3维交联前，执行使溶剂蒸发的干燥工艺是必要的。

就这种制造方法而言，特别是，如果定向薄膜12表面的定向约束力的方向在定向薄膜12表面内是实际上一致的，则能使与其接触的胆甾醇型层13的第1表面13a内的分子的导向偶极子方向实际上一致。定向薄膜12的制作方法，最好利用从前就了解的方法，例如，可以使用(1)使聚酰亚胺在玻璃衬底11上成膜，再进行摩擦的方法，以及(2)在玻璃衬底11上成膜构成光定向薄膜的高分子化合物，并使作为偏振光的紫外线进行照射的方法，(3)使用延伸的PET薄膜的方法等。

30 (第2例)

接下来，说明使用液晶聚合物作为胆甾醇型层 13 的材料的情况下的制造方法。

在这种情况下，首先，在玻璃衬底 11 上，形成了执行定向处理的定向薄膜 12。

接着，在定向薄膜 12 上，涂敷液晶聚合物，根据需要进行加热，利用定向薄膜 12 表面上的实际上相同方向的定向约束力，对液晶聚合物定向。此时，被涂敷的液晶聚合物变为液晶态。这里所说的加热，是用于使液晶聚合物暂时保持在液晶态的温度带上。作为液晶聚合物，最好使用其自身具有手性能的胆甾醇型液晶聚合物的那种液晶聚合物，最好使用向列系列的液晶聚合物以及胆甾醇型液晶聚合物的混合物。在这里，作为控制由于液晶聚合物的胆甾醇型结构而引起的选择反射波长频带的方法，在使用胆甾醇型液晶聚合物的情况下，最好能利用调节具有手性成分的弯曲链的含量，或是调节メンゲン单体以及手性メンゲン单体共同聚合的组分比等公知方法，来调节分子中的手性功率(参见文献(小出直行、坂本国辅著，“液晶聚合物”，共立出版株式会社，1998 年))。在使用向列系列的液晶聚合物以及胆甾醇型系列的液晶聚合物的混合物的情况下，最好能调整该混合比。

因此，对定向的液晶聚合物进行冷却，变为玻璃状态的同时，使利用该液晶聚合物所形成的胆甾醇型结构的手性间距，根据玻璃衬底 11(定向薄膜 12)的厚度方向而变化，从而形成这样一种胆甾醇型层 13：与位于玻璃衬底 11(定向薄膜 12)一侧的第 1 表面 13a 一侧的手性间距 P_1 相比，还是与第 1 表面 13a 相对的第 2 表面 13b 一侧的手性间距 P_2 长。这里，液晶聚合物，是根据温度而改变状态的，例如，在玻璃的转变温度为 90℃、各向同性的转变温度为 200℃的情况下，在 90℃ -200℃ 之间，它呈现出胆甾醇型液晶的状态，如果将其冷却到室温，则被固定为具有胆甾醇型结构的原有的玻璃状态。作为在胆甾醇型层 13 内，改变手性间距的方法，可以实行特开平 10-319235 号公报等内所记载的方法。

在这种制造方法的情况下，最好使胆甾醇型层 13 用的液晶聚合物在溶液内溶解，作为涂敷液，在这种情况下，在进行冷却前，执行用于使溶液蒸发的干燥工艺是必要的。

对这种制造方法而言，特别是，如果使定向薄膜 12 表面上的定向约束力的方向在定向薄膜 12 内实际上一致，则能使与其接触的胆甾醇型层 13 的第 1 表面 13a 内的分子的导向偶极子方向实际上一致。定向薄膜 12 的制作方法，最好是以前就了解的方法，例如，可以使用(1)使聚酰亚胺在玻璃衬底 11 上成膜，再进行摩擦的

方法，以及(2)在玻璃衬底 11 上成膜成为光定向薄膜的高分子化合物，并使作为偏振光的紫外线进行照射的方法，(3)使用延伸的 PET 薄膜的方法等。

依据本发明的第 1 实施方式，对于胆甾醇型层 13 来说，由于与分子的导向偶极子方向实际上一致的第 1 表面 13a 一侧的手性间距 P_1 相比，还是偏振光出射的

5 第 2 表面 13b 一侧的手性间距 P_2 长，所以胆甾醇型层 13 的第 2 表面 13b 一侧上的扭绞角的不均变少，从而分离圆偏振光的光学元件 10 的面内的偏振光状态均匀。为此，如图 8 所示，对于液晶显示装置等的显示装置而言，即便分离圆偏振光的光学元件 10，是在深深夹在正交尼科尔棱镜状态下所配置的线性偏振片和椭圆偏振片等的偏振片 31、32 之间的状态下使用的，也能有效抑制显示装置的面内
10 显现出明暗图案而引起的显示装置的显示品质低下。

依据本发明第 1 实施方式，通过胆甾醇型层 13，入射光内所含的右旋或左旋的圆偏振光分量中的选择反射波长频带内的一种圆偏振光被部分透射，在这种情况下，还能有效抑制依赖于厚度进行透射(厚度变薄就执行透射)的所述一种圆偏振光分量而引起的明暗图案。

15 依据本发明的第 1 实施方式，选定胆甾醇型层 13 中第 2 表面 13b 一侧的手性间距 P_2 ，使第 2 表面 13b 一侧上的选择反射波长非常长，而使胆甾醇型层 13 的第 2 表面 13b 一侧上的手性间距变得非常长，所以，能使第 2 表面 13b 一侧上的扭绞角的不均(分子的导向偶极子方向不一致)变得更少。特别是，在胆甾醇型层 13 的第 2 表面 13b 一侧上选择反射波长大于 687nm 的情况下，在显示装置内使用具有这种胆甾醇型层 13 的分离圆偏振光的光学元件 10 的情况下，与使人眼的光谱视觉响应具有最大值的 555nm 相比，如果低于 1%，则几乎可以忽略不计。
20

在上述第 1 实施方式中，使用在玻璃衬底 11(定向薄膜 12)上层叠的胆甾醇型层 13 作为分离圆偏振光的光学元件 10，但是，并不是仅限制于此，也可以单独使用从玻璃衬底 11(定向薄膜 12)上剥离出的胆甾醇型层 13。

25 第 2 实施方式

接下来，将通过图 2 至图 6，来说明本发明第 2 实施方式。本发明第 2 实施方式，除了胆甾醇型层 13 是由若干胆甾醇型涂层 13'、13'' 的层叠体构成的这一点之外，其它部分与图 1A 和图 1B 中所示的第 1 实施方式相同。对于本发明第 2 实施方式而言，将相同的标号赋予与图 1A 和图 1B 中所示的第 1 实施方式相同的
30 部分，从而可以省略对这部分的详细说明。

图2是显示了涉及本发明第2实施方式的分离圆偏振光的光学元件的图，图3是图2的III部分放大后的模式图。如图2和图3所示，涉及本发明第2实施方式的分离圆偏振光的光学元件10，具有玻璃衬底11、层叠在玻璃衬底11上的定向薄膜12、以及借助于定向薄膜12表面的定向约束力而被平面定向的具有胆甾醇型结构的层(胆甾醇型层)13。通过玻璃衬底11和定向薄膜12，构成了支承基体材料。

这里，胆甾醇型层13，是由手性间距不同的若干胆甾醇型涂层13'、13''的层叠体构成的。如图3所示，相邻的胆甾醇型涂层13'、13''，在其相邻的表面上，分子的导向方向实际上一致。位于与玻璃衬底11(定向薄膜12)相反一侧的胆甾醇型涂层13''的手性间距，要比位于玻璃衬底11(定向薄膜12)一侧的胆甾醇型涂层13'的手性间距长。

接下来，说明涉及由这种结构构成的本发明的第2实施方式的分离圆偏振光的光学元件10的制造方法。

(第1例)

首先，通过图4(a)(b)(c)(d)(e)，来说明将聚合性单体分子或聚合性低聚物分子用做胆甾醇型层13的材料的情况下制造方法。

在这种情况下，首先，在玻璃衬底11上，形成执行定向处理的定向薄膜12(图4(a))。

接着，同上述第1实施方式的情况相同，在定向薄膜12上，涂敷聚合性单体分子或聚合性低聚物分子，根据需要进行加热，通过定向薄膜12表面的时间上同一方向的定向约束力，而使聚合性单体分子或聚合性低聚物分子定向(图4(b))。

因此，同上述第1实施方式的情况相同，对定向的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子执行3维交联，使其聚合化，从而形成具有指定手性间距的第1胆甾醇型涂层13'(图4(c))。

此后，在所形成的第1胆甾醇型涂层13'上，直接涂敷层叠用的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子，根据需要进行加热，通过第1胆甾醇型涂层13'表面的定向约束力，使层叠用的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子定向(图4(d))。

因此，最后，与第1胆甾醇型涂层13'的情况相同，对层叠用的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子进行3维交联，在第1胆甾醇型涂层13'上，形成了具有比第1胆甾醇型涂层13'的手性间距还要长的手性间距的第2胆甾醇型涂层13''。

(图 4(e))。有关胆甾醇型涂层 13'、13'' 的手性间距(选择反射波长频带)，可以通过改变层叠用的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子中的手性试剂的浓度，对其进行控制。

在这种制造方式的情况下，还可以使胆甾醇型涂层 13'、13'' 用的聚合性单体分子或聚合性低聚物分子，在溶液内溶解，作为涂敷液，在这种情况下，在 3 维交联之前，执行用于使溶液蒸发的干燥工艺是必要的。

对于这种制造方法，特别是，如果使定向薄膜 12 表面的定向约束力的方向在定向薄膜 12 表面上实际上一致，则与其接触的胆甾醇型层 13(胆甾醇型涂层 13') 的第 1 表面 13a 内的分子导向偶极子方向能够实际上一致。定向薄膜 12 的制作方法最好是以前就了解的方法，例如，可以使用(1)使聚酰亚胺在玻璃衬底 11 上成膜，再进行摩擦的方法，以及(2)在玻璃衬底 11 上成膜构成光定向薄膜的高分子化合物，并使作为偏振光的紫外线进行照射的方法，(3)使用延伸的 PET 薄膜的方法等。

(第 2 例)

接下来，通过图 5(a)(b)(c)，对使用液晶聚合物作为胆甾醇型层 13 的材料的情况的制造方法进行说明。

在这种情况下，首先，在玻璃衬底 11 上，形成执行定向处理的定向薄膜 12(图 5(a))。

接着，与上述第 1 实施方式的情况相同，在定向薄膜 12 上，涂敷液晶聚合物，根据需要加热，通过定向薄膜 12 表面上同一方向的定向约束力，使液晶聚合物定向。

因此，与上述第 1 实施方式的情况相同，将定向的液晶聚合物冷却为玻璃状态，形成具有指定手性间距的第 1 胆甾醇型涂层 13'(图 5(b))。

此后，在所形成的第 1 胆甾醇型涂层 13' 上，直接涂敷层叠用的液晶聚合物，根据需要进行加热，通过第 1 胆甾醇型涂层 13' 表面的定向约束力，使层叠用的液晶聚合物定向。

因此，最后，与第 1 胆甾醇型涂层 13' 的情况相同，使层叠用的液晶聚合物冷却为玻璃状态，在第 1 胆甾醇型涂层 13' 上，形成具有比第 1 胆甾醇型涂层 13' 的手性间距还要长的手性间距的第 2 胆甾醇型涂层 13''(图 5(c))。有关胆甾醇型涂层 13'、13'' 的手性间距(选择反射波长频带)，能够利用调节具有手性成分的

弯曲链的含量，或是调节メンゲン单体以及手性メンゲン单体共同聚合的组分比等公知方法，来改变液晶聚合物分子中的手性功率，从而对其进行控制(参见文献(小出直行、坂本国辅著，“液晶聚合物”，共立出版株式会社，1998年))。

在这种制造方法的情况下，最好使胆甾醇型涂层13'、13"用的液晶聚合物5在溶液内溶解，作为涂敷液，在这种情况下，在冷却之前，执行用于使溶液蒸发的干燥工艺是必要的。

对于这种制造方法，特别是，如果使定向薄膜12表面的定向约束力的方向在定向薄膜12表面内实际上一致，则与其接触的胆甾醇型层13(胆甾醇型涂层13')的第1表面13a内的分子的导向偶极子方向，就能实际上一致。定向薄膜12的制作方法，最好是以前就了解的方法，例如，可以使用(1)使聚酰亚胺在玻璃衬底11上成膜，再进行摩擦的方法，以及(2)在玻璃衬底11上成膜构成光定向薄膜的高分子化合物，并使作为偏振光的紫外线进行照射的方法，(3)使用延伸的PET薄膜的方法等。

依据本发明的第2实施方式，由于胆甾醇型层13是由若干胆甾醇型涂层1513'、13"的层叠体构成的，因此在起到上述第1实施方式的作用效果的同时，通过层叠手性间距不同的若干胆甾醇型涂层13'、13"，就能简单地制造出具有宽频带选择反射波长频带的分离圆偏振光的光学元件10。

可以将涉及上述第1和第2实施方式的分离圆偏振光的光学元件10，装配在图6所示的偏振光光源装置20以及图7所示的液晶显示装置30内而使用。由此，20就能得到面内的偏振光状态均匀的偏振光光源装置以及液晶显示装置。

如图6所示，偏振光光源装置20，具有光导体23、光源21以及反射片24；所述光导体23使从侧面入射的光从上面以及下面的一方射出，投射到分离圆偏振光的光学元件10上；光源21用于向光导体23的侧面射出光；反射片24用于对从光导体23下面射出的光进行反射。这里，在光导体23的上面，设置了分离圆偏振光的光学元件10，从而能使从光源21射出的光作为偏振光而射出。在分离圆偏振光的光学元件10的上面，设置了相位差片25以及偏振光片26。

如图7所示，液晶显示装置30，具有上述偏振光光源装置20以及液晶单元27，其中液晶单元27接收从偏振光光源装置20射出的偏振光，并一面改变针对偏振光的透射系数，一面使其透射。液晶单元27的上面，还设置有偏振光片28。

接下来，我们描述上述第1和第2实施方式的具体的实施例。

(实施例1)

准备使单体分子92部分以及手性试剂8部分溶解的甲苯溶液；其中单体分子92部分，在具有在两末端有聚合可能的丙烯酸酯树脂(アクリレート)的同时，在中央部分的メンケン以及所述丙烯酸酯树脂之间还具有隔板、其向列各向同性转变温度为110°C；手性试剂8部分具有在单侧的末端具有聚合可能的丙烯酸酯树脂。在所述甲苯溶液中，相对于所述单体分子，添加了总重量的2%的光触媒剂。(可以确认：在如此得到的液晶中，在定向薄膜上，在摩擦方向±5度的范围内，分子的导向偶极子方向是一致的。)

10 一方面，通过将在溶液内溶解的聚酰亚胺旋转涂敷到透明的玻璃衬底上的方法，执行涂敷，干燥后，在200°C下成膜(膜厚0.1μm)，在一定方向上进行摩擦，从而形成定向薄膜。

因此，将这种附有定向薄膜的玻璃衬底设置为旋转涂板，将所述甲苯溶液旋转涂敷在定向薄膜上。

15 接着，在80°C下，使所述甲苯溶液内的甲苯蒸发，通过在目视状态下选择反射，从而确认：在定向薄膜上形成的涂层呈现出胆甾醇态。

因此，用紫外线照射所述涂层，利用涂层中的光触媒剂产生的基团，使单体分子的丙烯酸酯树脂3维交联而聚合化，从而在定向薄膜上形成胆甾醇型涂层。此时，胆甾醇型涂层的厚度为2μm±3%。利用分光光度计进行测定，选择反射波长频带为600-670nm。

(实施例2)

将利用实施例1所得到的胆甾醇型涂层(分离圆偏振光的光学元件)，其单面在与附有定向薄膜的玻璃衬底紧密结合的状态下，浸泡于甲苯溶液内，过一会儿将其取出，在80°C下，对其进行干燥。此时，胆甾醇型涂层的膜厚为2μm±3%，
25 利用分光光度计进行测定，选择反射波长频带为600-690nm。

(实施例3)

将利用实施例1所得到的胆甾醇型涂层(分离圆偏振光的光学元件)，用比实施例2还要长的时间，使其浸泡于甲苯溶液内，并在80°C的情况下进行干燥。此时，利用分光光度计进行测定的地方，选择反射波长频带为600-720nm。

30 在透射型电子显微镜下，对涉及实施例1至实施例3的分离圆偏振光的光学

元件的胆甾醇型层(胆甾醇型涂层)的断面进行观察，玻璃衬底一侧的表面的明暗图案(相当于间距)为互相平行的状态(从这一点，我们可以了解：螺旋轴的方向是一致的)，其手性间距，比相反侧的表面的手性间距还要短。由这一点，我们考虑：利用浸泡分离圆偏振光的光学元件的甲苯溶液，选择交联强度比向列单体还要弱
5 手性的手性溶剂，使选择反射波长频带向长波长一侧发生偏移。

(实施例4)

准备使单体分子90部分以及手性试剂10部分溶解的甲苯溶液；其中单体分子90部分，在具有在两末端有聚合可能的丙烯酸酯树脂的同时，在中央部分的メタセクタリル基以及所述丙烯酸酯树脂之间还具有隔板、其向列各向同性转变温度为110
10 °C；手性试剂10部分具有在单侧的末端具有聚合可能的丙烯酸酯树脂。在所述甲苯溶液中，相对于所述单体分子，添加了总重量的5%的光触媒剂。(可以确认：在如此得到的液晶中，在定向薄膜上，在摩擦方向±5度的范围内，分子的导向偶极子方向是一致的。)

一方面，通过将在溶液内溶解的聚酰亚胺旋转涂敷到透明的玻璃衬底上的方法，执行涂敷，干燥后，在200°C下成膜(膜厚0.1 μm)，在一定方向上进行摩擦，从而形成定向薄膜。

因此，将这种附有定向薄膜的玻璃衬底设置为旋转涂板，并尽可能在膜厚为一定的条件下，将所述甲苯溶液旋转涂敷在定向薄膜上。

接着，在80°C下，使所述甲苯溶液内的甲苯蒸发，通过在目视状态下选择反射，从而确认：在定向薄膜上形成的涂层呈现出胆甾醇态。

因此，用紫外线照射所述涂层，利用涂层中的光触媒剂产生的基团，使单体分子的丙烯酸酯树脂3维交联而聚合化，从而在定向薄膜上形成第1层胆甾醇型涂层。此时，胆甾醇型涂层的厚度为2 μm±3%。利用分光光度计进行测定，选择反射波长频带的中心波长在600nm附近。

使所述旋转涂板的旋转数比形成第1层胆甾醇型涂层的情况还要高，并在第一层胆甾醇型涂层上，除作为6部分的手性试剂分子之外，旋转涂敷与所述甲苯溶液相同的甲苯溶液。

接着，在80°C下，使所述甲苯溶液内的甲苯蒸发，通过在目视状态下选择反射，从而确认：在定向薄膜上形成的涂层呈现出胆甾醇态。

因此，用紫外线照射所述涂层，利用涂层中的光触媒剂产生的基团，使单体

分子的丙烯酸酯树脂3维交联而聚合化，从而在定向薄膜上形成第2层胆甾醇型涂层。此时，第2层胆甾醇型涂层的厚度为 $3.5 \mu m \pm 3\%$ 。利用分光光度计进行测定，第2层胆甾醇型涂层的选择反射波长频带的中频波长为690nm附近。

(实施例5)

5 准备甲苯溶液，用于溶解玻璃转变温度为80°C、各向同性的转变温度为200°C的改性聚丙烯腈纤维的支链型液晶聚合物。(对于如此得到的液晶，确认：在定向薄膜上，在摩擦方向±5度的范围内，分子的导向偶极子方向是一致的。)

一方面，通过将在溶液内溶解的聚酰亚胺旋转涂敷到透明的玻璃衬底上的方法，执行涂敷，干燥后，在200°C下成膜(膜厚 $0.1 \mu m$)，在一定方向上进行摩擦，
10 从而形成定向薄膜。

因此，将这种附有定向薄膜的玻璃衬底设置为旋转涂板，并尽可能在膜厚为一定的条件下，将所述甲苯溶液旋转涂敷在定向薄膜上。

接着，在90°C下，使所述甲苯溶液中的甲苯蒸发的同时，使定向薄膜上形成的涂层在150°C下保持10分钟，通过在目视状态下选择反射，从而确认：在定向
15 薄膜上形成的涂层呈现出胆甾醇态。将所述涂层冷却到室温，使液晶聚合物变为玻璃状态，形成第1层胆甾醇型涂层。此时，胆甾醇型涂层的厚度为 $2 \mu m \pm 3\%$ 。利用分光光度计进行测定，选择反射波长频带的中心波长在600nm附近。

使所述旋转涂板的旋转数比形成第1层胆甾醇型涂层的情况还要高，并在第1层胆甾醇型涂层上，旋转涂敷甲苯溶液，该甲苯溶液使玻璃转变温度为83°C，各
20 向同性的转变温度为210°C的改性聚丙烯腈纤维的支链型液晶聚合物被溶解。

接着，在80°C下，使所述甲苯溶液内的甲苯蒸发，通过在目视状态下选择反射，从而确认：在定向薄膜上形成的涂层呈现出胆甾醇态。

接着，在90°C下，使所述甲苯溶液中的甲苯蒸发的同时，使定向薄膜上形成的涂层在130°C下保持10分钟，通过在目视状态下选择反射，从而确认：在定向
25 薄膜上形成的涂层呈现出胆甾醇态。将所述涂层冷却到室温，使液晶聚合物变为玻璃状态，形成第2层胆甾醇型涂层。此时，胆甾醇型涂层的厚度为 $3.5 \mu m \pm 3\%$ 。利用分光光度计进行测定，第2层胆甾醇型涂层的选择反射波长频带的中心波长在690nm附近。

在透射型电子显微镜下，观察涉及实施例4和实施例5的分离圆偏振光的光
30 学元件的胆甾醇型层(胆甾醇型涂层)的断面，在聚合化的各胆甾醇型涂层表面间的

明暗图案为相互平行状态(由此可知：螺旋轴的方向一致)的情况下，就不是断层。由此可知：相邻的胆甾醇型涂层表面间的分子的导向偶极子方向是一致的。利用分光光度计进行测定，没有观察到透射系数上的光学奇点。

(评价结果)

5 如图8所示，在正交尼科尔棱镜状态下，配置线性偏振片和椭圆偏振片等的偏振片31、32，分离圆偏振光的光学元件10深深夹在这两个偏振片31、32之间，利用目视进行观察，面内所呈现的明暗图案，实施例2的比实施例1的少，实施例3的比实施例2的少，实施例4的比实施例1的少。在实施例5中，面内呈现的明暗图案与实施例4相同。

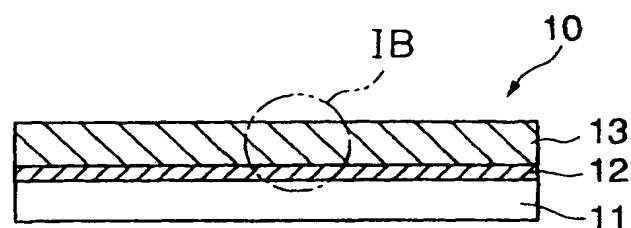


图 1A

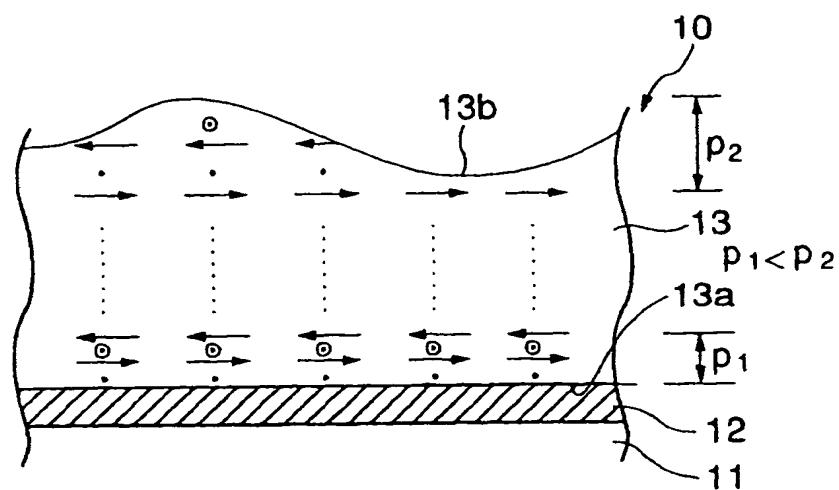


图 1B

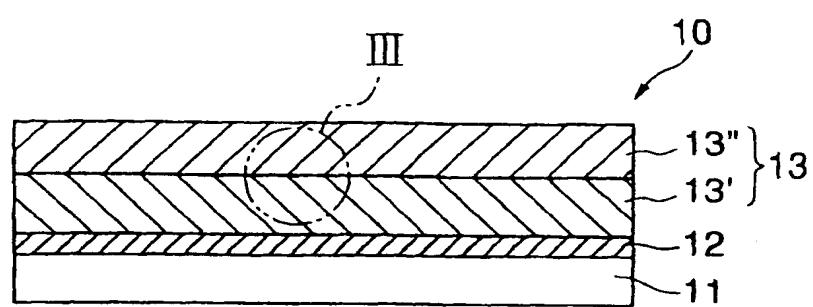


图 2

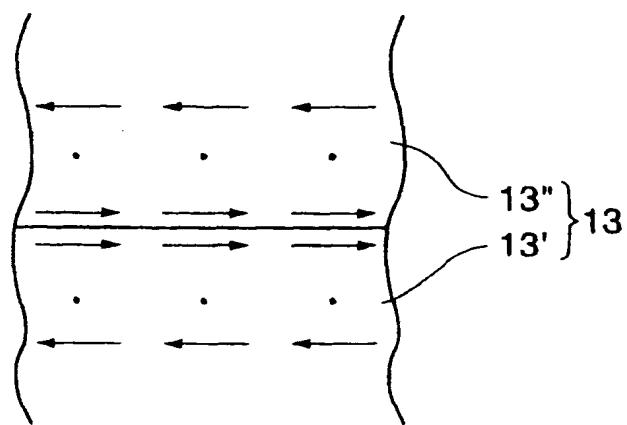


图 3

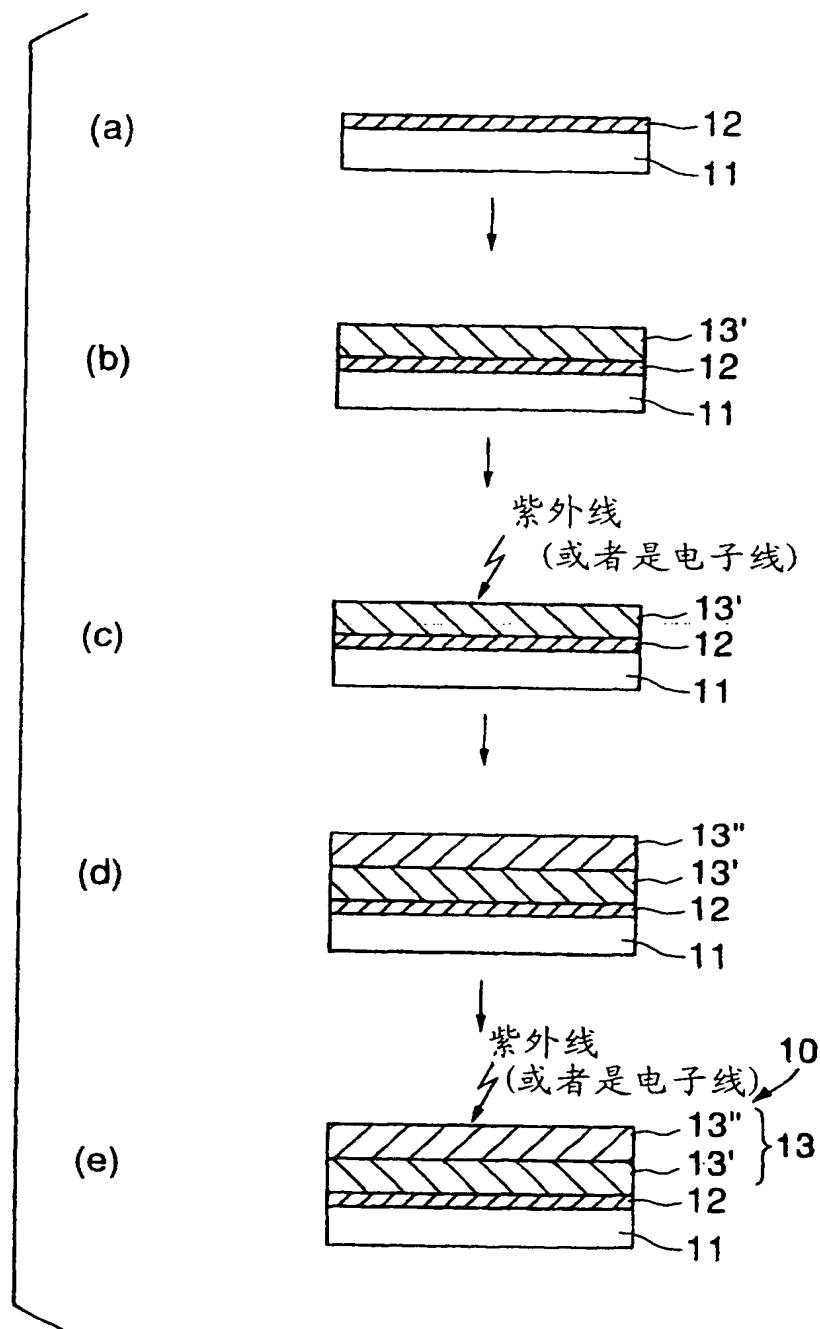


图 4

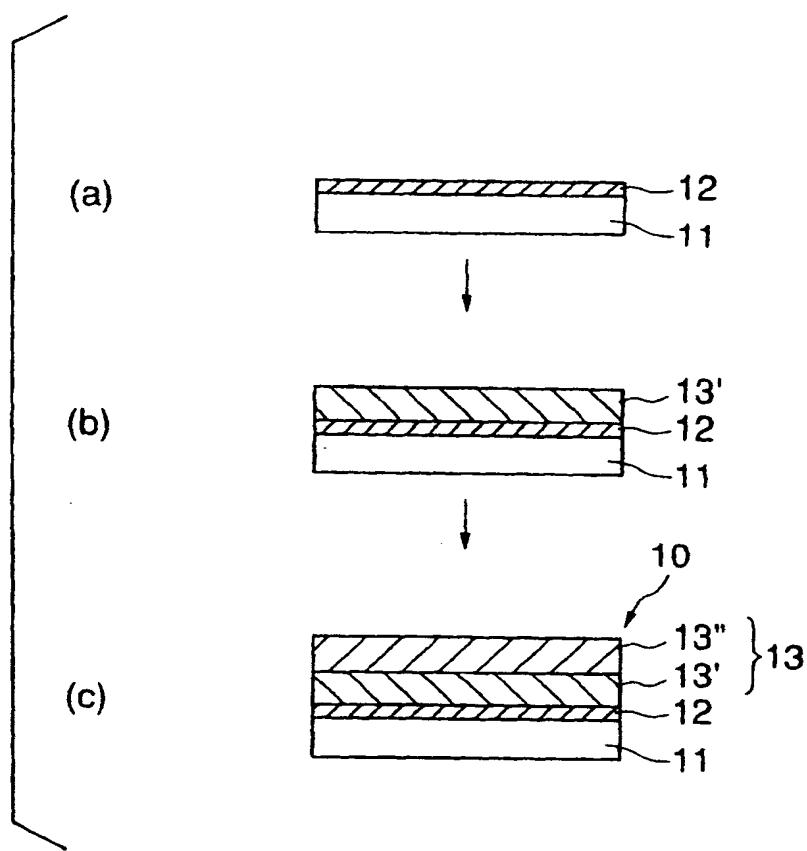


图 5

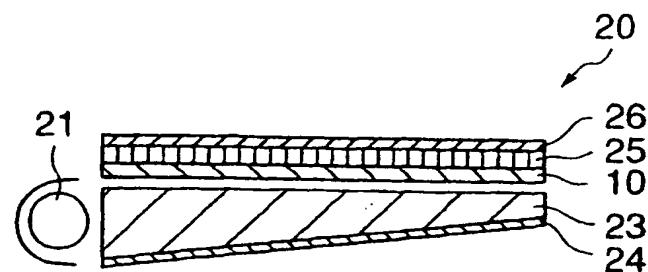


图 6

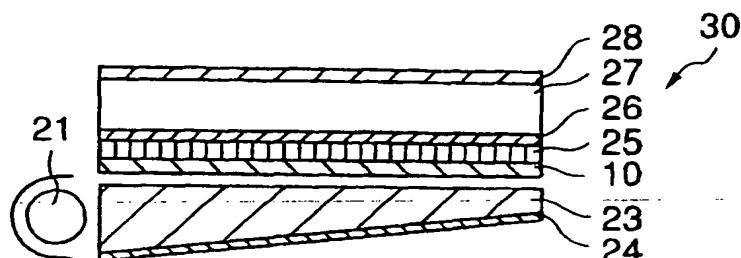


图 7

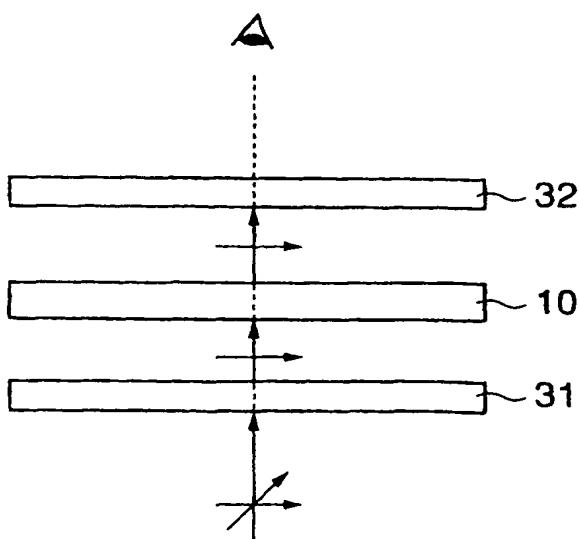


图 8